

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА КОНСТРУЮВАННЯ ВЕРСТАТІВ, ІНСТРУМЕНТІВ ТА  
МАШИН

**КОНОВАЛОВ ДМИТРО ОЛЕКСАНДРОВИЧ**

УДК 621.9

**РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО  
РУХУ З БЕСТУПЕНЕВИМ РЕГУЛЮВАННЯМ СПЕЦІАЛЬНОГО  
ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА**

133 – Галузеве машинобудування

**Автореферат**  
дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня магістр

Тернопіль, 2019

Роботу виконано на кафедрі конструювання верстатів, інструментів та машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, в.о. завідувача кафедри конструювання верстатів, інструментів та машин  
**Кобельник Володимир Романович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів та виробництв  
**Капаціла Юрій Богданович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 24 грудня 2019 р. на засіданні екзаменаційної комісії №11 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №4, ауд. 4-1

# 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

## Актуальність теми роботи.

Верстатобудування - базова галузь машинобудування. Парк металооброблюваного обладнання визначає виробниче - технічний та економічний потенціал машинобудівного комплексу. Верстат, машини і оснащення, які виготовляються верстатобудуванням, складає приблизно 60% активної частини виробничо - промислових фондів машинобудування.

Недооцінка необхідності випереджаючого розвитку верстатобудування веде до низького рівня продуктивності праці, незадовільної якості продукції, дефіциту кваліфікованої робочої сили, повільних темпів оновлення продукції та високої якості. Генеральною тенденцією розвитку машинобудування є його автоматизація на базі верстатів з ЧПК, верстатів - автоматів та напівавтоматів, роботизованих технологічних комплексів (РТК), гнучких виробничих модулів (ГВМ), автоматичних ліній (АЛ).

Головне завдання при створенні металорізальних верстатів і верстатних систем - підвищення продуктивності. Воно оцінюється скороченням штучного часу для конкретного виробу та операцій на спеціальних та спеціалізованих верстатах. Головним із засобів скорочення штучного часу є автоматизація виробничих циклів на верстатах.

Одним із самих ефективних рішень суттєво, впливаючих на норми часу, є концентрація операцій на одному верстаті. До суттєвого скорочення норм часу на обробку деталі веде суміщення ряду операцій в часі. Суттєвий процес прогресу в техніці і в технології машинобудування в поєднанні з високими досягненнями в області систем керування дозволяє перейти від створення окремих гнучких виробничих систем до створення комплексно автоматизованих і комп'ютеризованих виробництв.

**Мета дипломної роботи:** розробка елементів конструкції приводу головного руху спеціального вертикально-свердлильного верстату.

Для досягнення поставленої мети необхідно розглянути наступні питання:

- провести оптимізацію схем формоутворення на проектованому верстаті;
- провести оптимізацію компоновочної схеми;
- розробити технологічний процес обробки на проектованому верстаті;
- провести кінематичний розрахунок верстата;
- провести розрахунок вузлів;
- провести моделювання динамічних характеристик шпиндельного вузла верстата;
- розробити міроприємства по охороні праці, екології та провести організаційно-економічне обґрунтування проектованого верстату.

**Об'єкт дослідження:** конструкції виконавчих вузлів спеціального

вертикально-свердлильного верстата з безступеневим регулюванням.

### **Основні результати.**

Запропоновано конструкцію приводу головного руху спеціального вертикально-свердлильного верстата.

Проведено моделювання динамічних характеристик шпиндельного вузла запропонованої конструкції.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

1. Проведено аналіз схем формоутворення, запропоновано оптимальну компоновальну схему верстата.

2. Запропоновано конструкції та розрахунок приводу головного руху спеціального вертикально-свердлильного верстата.

### **Апробація.**

Результати досліджень доповідались на VIII міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 27 – 28 листопада 2019 р і опубліковані в збірнику тез конференції.

**Структура роботи.** Робота складається зі змісту, вступу, 10 розділів, висновків, переліку посилань та 1 додатку. Загальний обсяг роботи 134 сторінок.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **Вступі** наведено огляд сучасного стану верстатобудування загалом, особлива увага приділена токарним верстатам з ЧПК, поставлено основні завдання та мета виконання роботи.

**Перший розділ «ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ»** містить аналіз завдання та верстатів-аналогів.

**Другий розділ «ОПТИМІЗАЦІЯ СХЕМИ ФОРМОУТВОРЕННЯ НА ПРОЕКТОВАНОМУ ВЕРСТАТІ»** присвячений аналізу схем формоутворення при виготовленні поверхонь наявних в запропонованих деталях-представниках.

У **третьому розділі «ОПТИМІЗАЦІЯ КОМПОНОВОЧНОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОГО ВЕРСТАТА»** складено загальну матрицю компоновок, накладено умови відбору та отримано оптимальну компоновку верстата.

У **четвертому розділі «ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ»** проведено необхідні технологічні розрахунки, розраховано тип виробництва, вибрано та обґрунтовано метод отримання заготовки, вибрано технологічні бази, складено технологічний маршрут механічної обробки деталі-представника.

**П'ятий розділ «ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВЕРСТАТНОГО ОБЛАДНАННЯ»** присвячений проектуванню, конструюванню та необхідним розрахункам. А саме, кінематичні розрахунки приводів, вибору типу двигуна та його потужності, конструюванню коробки швидкостей, конструюванню шпиндельного вузла.

**Шостий розділ «НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА».** Розділ

присвячений моделюванню динамічних характеристик шпиндельного вузла вертикально-свердлильного верстата.

**Сьомий розділ «ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ»** присвячений обґрунтування економічної ефективності прийнятих технічних рішень.

**Восьмий розділ «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ»** розглядає питання безпеки умов праці на виробництві та дій персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Методів усунення небезпечних явищ на виробництві.

**У восьмому розділі «ЕКОЛОГІЯ»** розглянуто ряд негативних факторів, які можуть впливати на екологічний стан довкілля. Методи покращення стану навколишнього середовища.

**У дев'ятому розділі «СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ. САПР»** описано задачі САПР в технологічній та конструкторській підготовці виробництва.

## **ВИСНОВКИ**

В результаті проведеного дослідження розроблено формалізований запис структурної формули компоновки токарного верстата.

При проведенні проектних і дослідницьких робіт отримано результати:

1. В якості верстатів прототипів, на базі яких проведено проектування вибрано такі верстати: 2Н135, 2554, інші. Дані верстати призначені для свердління, розсвердлювання, нарізання різі мітчиком, зенкерування, розвертання, зенкування;

2. Оптимізовано схему формоутворення для даної деталі, також проведено аналіз двох порівняльних технологічних процесів механічної обробки деталі і вибрано більш економічно ефективніший і вигідніший;

3. На базі оптимальної схеми формоутворення зроблено аналіз компоновочних схем верстату і за умовами відбору компоновок прийнято оптимальну компоновку вертикально - свердлильного верстату.

4. Проведено силовий та кінематичний розрахунок розроблених коробки швидкостей і коробки подач на основі чого визначено їх оптимальні конструктивні параметри.

5. Проведено детальний розрахунок шпиндельного вузла, оскільки він є найвідповідальнішим вузлом верстату і забезпечує потрібну точність і якість обробки деталі на верстаті. Розрахунок шпиндельного вузла проведено по таких параметрах: жорсткість, теплостійкість, вібростійкість.

6. Проведено економічне обґрунтування верстату, а також обґрунтовано роботу вимогам охорони праці, цивільної оборони, екології.

7. Впровадження проектного верстату дозволяє скоротити кількість металорізальних верстатів, чисельність працюючих зменшиться, а отже, і зменшиться площа ділянки. Із застосуванням верстата обробка декількох поверхонь буде проводитись одночасно, що економічно набагато вигідніше. Собівартість одиниці продукції зменшиться. Продуктивність праці зросте, економічний ефект від впровадження нового верстата буде вагомим.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Романів В.Я., Коновалов Д.О. Керування точністю обробки на верстатах з ЧПК // Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–27 листопада 2019.) в 3-х томах / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль : 2019 – Т. 1. – С. 130.
2. Кузнецов Ю.М. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах/ Ю.М. Кузнецов, І.В. Луців, О.В. Шевченко, В.Н. Волошин [Текст] - К.: - Тернопіль: Тернограф, 2011. -692с.
3. Кобельник В. Р. Ефективність керованого процесу свердління наскрізних отворів шляхом забезпечення зміни подачі / В. Р. Кобельник // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : зб. наук. праць. – Краматорськ, 2012. – Вип. № 31. – С. 47–56.
4. Кобельник В. Р. Жорсткість вертикально-свердлильних верстатів / В. Р. Кобельник, П. Д. Кривий // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – Житомир : ЖДТУ, 2007. – Вип. № 1 (40). – С. 34–40.
5. Кобельник В. Р. Методика дослідження кінематичної точності механізму подач вертикально-свердлильних верстатів на прикладі верстата моделі 2Н118 / В. Р. Кобельник, П. Д. Кривий // Процеси механічної обробки в машинобудуванні : зб. наук. праць. – Житомир : ЖДТУ, 2010. – Вип. 8. – С. 99–108.
6. Кривий П. Д. Характер зміни подачі при виході інструменту із тіла заготовки в процесі свердління наскрізних отворів / П. Д. Кривий, В. Р. Кобельник, М.І. Кузьмін // Вісник ТНТУ : Науковий журнал. – Тернопіль : ТНТУ, 2012. – № 4 (68). – С. 114–127.
7. Луців І.В. Теорія технічних систем /Ю.М.Кузнецов, Ю.К.Новосьолов, І.В.Луців – Севастополь: СевНТУ, 2011. – 246 с.
8. Пуш В.Э. Металлорежущие станки./ Пуш В.Э.- М.: Машиностроение, 1986. - 526с.
9. Маталин А.А. Технология машиностроения./ Матлин А.А. - Л: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1985,- 496 с.
10. Гусев А.А. Технология машиностроения./ Гусев А.А. - М.: Машиностроение, 1986.- 480 с.
11. Технология машиностроения. - Т.1: Основы технологии машиностроения /Под ред. А.М. Дальского. - М.: Изд-во МГТУ им. Бауман, 2001. - 594 с.

## АНОТАЦІЯ

Коновалов Д.О. Розробка елементів конструкції приводу головного руху з безступеневим регулюванням спеціального верстикового-свердлильного верстата. 133 – Галузеве машинобудування. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2019.

В дипломній роботі здійснено розрахунок та конструювання основних

виконавчих вузлів спеціального вертикально-свердлильного верстата.

**Ключові слова:** СВЕРДЛИЛЬНИЙ ВЕРСТАТ, ВАРІАТОР, ШПИНДЕЛЬНИЙ ВУЗОЛ, ІНСТРУМЕНТ.

#### **ANNOTATION**

Konovalov D. Development of main motion drive without step-by-step adjustment assembly components of special-purpose vertical drilling machine. – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. – Ternopil, 2019.

In the diploma work the calculation and design of the main executive units of a special vertical-boring machine was made.

**Key words:** DRILLING MACHINE, VARIATOR, SPINDLE UNIT, TOOLS.